

1. Az irányítástechnika alapfogalmai, irányítási folyamat elemei, leírási módjai. Jelek osztályozása. Vezérlés és szabályozás. A szabályozási kör felépítése. A szabályozással szemben támasztott követelmények.
 - irányítás fogalma, feladata; **(Irányítástechnika – bevezetés, alapfogalmak)**
 - irányítási folyamat elemei (folyamat, érzékelés, beavatkozás tervezés, végrehajtás), irányító rendszer, irányított rendszer, hatáslánc; **(Irányítástechnika – bevezetés, alapfogalmak)**
 - leírási módok: szerkezeti vázlat, működési vázlat, hatásvázlat, hatásvázlat részei
 - jel fogalma, osztályozása (értékkészlet, időbeli lefolyás, meghatározottság, megjelenési forma); **(Irányítástechnika – bevezetés, alapfogalmak)**
 - vezérlés és szabályozás felépítése (hatásláncok felrajzolása), összehasonlításuk (zavaró jellemző, irányított jellemző, irányítási szervek, működési sajátosságok); **(Irányítástechnika – bevezetés, alapfogalmak)**
 - szabályozó kör felépítése (visszacsatolt szabályozó kör rajza zavarásokkal), különböző struktúrák (soros, sebesség visszacsatolásos, előreccatolásos, állapot visszacsatolásos); **(Folytonos idejű rendszerek szabályozása)**
 - szabályozással szembeni követelmények (stabilitás, alapjel-követés, labilis folyamat stabilizálása, tranziens viselkedés javítása, zavarok hatásának csökkentése, érzéketlenség paraméterváltozásra, linearizáló hatás). **(Szabályozás II.)**

2. Irányítástechnikai modellek: bemenet/kimenet modellek és tulajdonságaik. Vizsgáló jelek és tulajdonságaik. Nevezetes válaszfüggvények. Az átviteli függvény. Rendszervizsgálat idő- és operátortartományban. **(Jelek: Jelek és rendszerek – alapfogalmak)**
- modellek alkalmazásának célja (rendszervizsgálat, tulajdonságok, viselkedés meghatározása);
 - modellfajták (funkcionális, fizikai, matematikai modell) eszközök, (hatásvázlat, szimuláció); **(Méréselmélet: Mérés és modellezés)**
 - matematikai modelltípusok (bemenet/kimenet, állapotér);
 - lineáris, időinvariáns folytonos idejű bemenet/kimenet modell általános alakja;
 - I/O modell jelzői (lineáris, időinvariáns, folytonos idejű, inhomogén, n-ed rendű, SISO);
 - átalakítás időállandós alakra; **(Irtech. I.: Dinamikus tagok)**
 - I/O modell általános megoldásának értelmezése (adott bemenet és kezdeti feltétel), homogén megoldás → tranziens állapot, partikuláris megoldás → állandósult állapot (ha van); **(Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek stabilitása)**
 - vizsgáló jelek (egység impulzus, egységugrás, sebességugrás, gyorsulás, szinusz, random jelek), fizikai értelmezés;
 - súlyfüggvény, átmeneti függvény;
 - átviteli függvény fogalma, tulajdonságai.

3. Tipikus dinamikus tagok (Nullad-, első- és másodrendű tag, tiszta integráló és egytárolós integráló tag, tiszta deriváló és megvalósítható deriváló tag) és jellemzésük. Paraméterek hatásának bemutatása az átmeneti, illetve a súlyfüggvény segítségével. Magasabb rendű tagok általános jellemzése, pólusok hatása a tranziensre. Átmeneti függvény jellemzése különböző leíró paraméterekkel. (Irtech. I.: Dinamikus tagok)
- nulladrendű tag I/O modellje, átviteli fv.-e, paramétere, súly- és átmenetifv.-e;
 - elsőrendű tag I/O modellje, átviteli fv.-e, paraméterei, súly- és átmenetifv.-e;
 - másodrendű tag I/O modellje, átviteli fv.-e, paraméterei, súly- és átmenetifv.-e, paraméterek hatásának bemutatása;
 - tiszta integráló tag, egytárolós integráló tag I/O modellje, átviteli fv.-e, paramétere, súly- és átmenetifv.-e;
 - tiszta deriváló tag, megvalósítható deriváló tag I/O modellje, átviteli fv.-e, paramétere, súly- és átmenetifv.-e;
 - magasabb rendű tagok általános alakja, átviteli függvénye, átmeneti függvény általános alakja;
 - pólusok elhelyezkedésének hatása (valamennyi negatív valós, vannak negatív valós részű komplex gyökpárok, van pólus az origóban, van nulla valós részű gyökpár, van pozitív valós gyök, van pozitív valós részű gyökpár);
 - domináns pólus fogalma;
 - átmeneti függvény jellemzése leíró paraméterekkel (maximális túllendülés és idepontja, felfutási idő, késleltetési idő, lecsengési idő, állandósult állapotbeli hiba).

4. Rendszervizsgálat frekvenciatartományban. Frekvenciafüggvény. Nyquist- és Bode-diagram sajátosságai. Tipikus dinamikus tagok frekvenciafüggvényei. (Irtech. I.: Frekvenciatartomány)
- bevezetésének szükségessége;
 - kimenet értelmezése frekvenciatartományban egységnyi amplitúdójú és ω frekvenciájú bemenet esetén;
 - zárt kör eredő frekvencia átviteli függvénye;
 - Nyquist-diagram fogalma és tulajdonságai;
 - Bode-diagram fogalma és tulajdonságai;
 - integráló, első és másodrendű tagok Nyquist és Bode-diagramjai, paraméterek hatásának bemutatása a diagramokon.

5. Folytonos idejű rendszerek stabilitása. Stabilitásdefiníciók. Stabilitásvizsgálat elméleti alapjai. Pólusok szerepe. (Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek stabilitása)
- stabilitásvizsgálat okai (zavarások, alapjel-váltás hatása);
 - BIBO stabilitás definíciója és tétele;
 - aszimptotikus (nulla bemeneti) stabilitás fogalma, definíciója;
 - stabilitás értelmezés az inhomogén differenciálegyenlet megoldása alapján ugrásfüggvény bemenetre;
 - stabilitás értelmezése az átviteli függvény alapján, pólusok helyének hatása a stabilitásra, illetve a tranziens viselkedésre;
 - a BIBO és az aszimptotikus stabilitás közötti kapcsolat.

6. Stabilitásvizsgálati módszerek: Routh-Hurwitz kritérium, Nyquist-, Bode-kritérium, gyökhelygörbe módszer és kiterjesztése. (Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek stabilitása)
- szükségességük indoka;
 - Hurwitz kritérium lényege és alkalmazásának lehetőségei;
 - Nyquist-, Bode-kritérium lényege és alkalmazásuknak lehetőségei;
 - gyökhelygörbe módszer lényege és tulajdonságai, szerkesztési elvek, másod- és harmadrendű tag gyökhelygörbéje.

7. Folytonos idejű rendszerek szabályozása. Állandósult állapotbeli hiba meghatározása különböző vizsgáló jelek esetén. Szabályozók típuszáma. Arányos, integráló és deriváló tag szerepe a szabályozóban. (Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek szabályozása)
- szabályozás alapfogalmi (szabályzó kör felépítése, hatásvázlata, működésének elve);
 - szabályozási kör bemutatása konkrét példával (pl. egy hőmérséklet-, vagy szintszabályozás);
 - fontosabb kritériumok a szabályozással szemben;
 - állandósult állapotbeli hiba meghatározása különböző vizsgáló jelek esetén, és megszüntetésének lehetőségei;
 - szabályozók típuszám szerinti csoportosítása;
 - PID szabályozás alapjai: arányos, integráló és deriváló tag szerepe a szabályozóban.

8. P-, PI-, PD- és PID-szabályozók jellemzése. PID-szabályozó megvalósítása elektronikai elemekkel. PID-szabályozó beállítási módszerei. (Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek szabályozása)
- P-, PI-, PD- és PID szabályozók idő- és operátor tartománybeli modelljei (átviteli függvényei), valamint átmeneti és súlyfüggvényei;
 - ideális és megvalósítható PD- szabályozó összehasonlítása;
 - PI-, PD- és PID-szabályozók megvalósítása passzív elektronikai elemekkel, ezek átviteli függvényei és összevetésük az ideális tagokkal;
 - Ziegler-Nichols I. és II. szabályozó beállítási módszerei.

9. Minőségjavító szabályozások: zavarkompenzáció, arányszabályozás, kaszkádszabályozás, kaszkád-arányszabályozás. (Irtech. I.: Folytonos idejű rendszerek szabályozása)
- a felsorolt szabályozási módszerek
 - célkitűzései;
 - megvalósításuk bemutatása hatásvázlaton és/vagy példán;
 - kaszkádszabályozásnál: hatásvázlat, eredő átviteli függvény.

10. Diszkrétidejű rendszerek. Mintavételezés típusai, fizikai és matematikai mintavételezés fogalma. z - és inverz z -transzformáció fogalma és tulajdonságai, elvégzésének lehetőségei. (Jelek: Diszkrét idejű jelek)

- mintavételezés és időállandó kapcsolata;
- lineáris, nemlineáris és statisztikai, illetve pillanatszerű és véges idejű mintavételezés;
- szinkron idejű mintavételezés fogalma;
- fizikai és matematikai mintavételezés bemutatás egy tetszőleges jel esetén;
- z -transzformáció bevezetési módjai, tulajdonságai;
- inverz z -transzformáció értelmezése, kapcsolata az eredeti folytonos időtartománybeli jellel;
- az inverz z -transzformáció elvégzésének lehetőségei;
- z -transzformáció tételei.

11. Diszkrétizálási módszerek, bemenet-kimenet modellek differenciaegyenlet formában. Előrefelé és visszafelé vett differenciaegyenlet és értelmezése. Erősítés meghatározása.

(Jelek: Diszkrét idejű jelek)

- folytonos I/O modell diszkrét alakjai: előre és visszafelé vett differenciaegyenletek értelmezése, alkalmazhatósága;
- differenciálhányados közelítése előre-, visszafelé vett differenciahányadossal, illetve Tustin-módszerrel, a közelítő képletek alkalmazása az s- és z-síkok közötti áttérésre;
- erősítés meghatározása az impulzus átviteli függvény alapján, illetve a végérték-tétel segítségével levezetve.

12. Impulzus átviteli függvény fogalma és tulajdonságai. Eredő impulzus átviteli függvény meghatározása sorba, párhuzamosan kapcsolt tagok és a visszacsatolt rendszerek esetén.

(Jelek: Diszkrét idejű jelek)

- az impulzus átviteli függvény definíciója, (esetleg levezetése) és tulajdonságai;
- eredő átviteli függvény meghatározása:
 - két sorba kapcsolt tag esetén;
 - két párhuzamosan kapcsolt tag esetén;
 - egy előremenő és visszatérő ágba is tagot tartalmazó visszacsatolt tag esetén.

13. Tartószerv fogalma, működésének értelmezése. Nullad- és első rendű tartószerv. Tartószervvel ellátott és tartószerv nélküli szabályozási kör működésének összehasonlítása, mintavételezési idő csökkentésének hatása a szabályozási kör viselkedésére. (Jelek: Diszkrét idejű jelek vagy Irtech II.: Mintavételes rendszerek szabályozása)
- tartószerv bevezetésének oka (példák);
 - tartószerv átviteli függvénye (esetleg levezetése), illetve tartószerv és tag eredő átviteli függvénye;
 - tartószerv hatásának bemutatása összevetve tartószerv nélküli tag viselkedésével ugrásfüggvény bemenet esetén (diagramok segítségével, esetleg sebességugrás bemenet);
 - ugyanez visszacsatolt kör esetére is;
 - tartószerv nélküli tag esetén a mintavételezési idő csökkentésének hatása.

14. Diszkrét idejű rendszerek stabilitása. BIBO stabilitás és aszimptotikus stabilitás fogalma és tételei. Stabilitásvizsgálati módszerek. Folytonos és diszkrét idejű rendszerek stabilitásának összevetése. Közelítő diszkrétizálási módszerek hatása a stabilitásra. Pólusok helyének hatása a tranziens viselkedésre. (Irtech I.: Mintavételezett rendszerek stabilitása)

- diszkrét idejű rendszerek stabilitási definíciói (BIBO és aszimptotikus);
- kapcsolódó tételek (súlyfüggvény, illetve pólusok elhelyezkedésének hatása);
- Jury-teszt illetve w-teszt elve, esetleg diszkrét gyökhelygörbe egy első vagy másodrendű rendszerre;
- folytonos és diszkrét stabilitás közötti összefüggések bemutatása a s- és z-síkok segítségével;
- előre-, visszafelé vett differenciahányadosok illetve Tustin-féle közelítő képletek alkalmazásának hatása a diszkrét rendszer modelljének stabilitására;
- pólusok helyének hatása a tranziens viselkedésre.

15. Diszkrét idejű rendszerek szabályozása. Folytonos idejű PID-algoritmus diszkrétizálása, pozíció- és sebességalgoritmus. Szabályozó beállítási módszerek. Dahlin és deadbeat algoritmusok. (Irtech II.: Mintavételes rendszerek szabályozása)
- diszkrét szabályozási kör hatásvázlata, mintavételezők helyei, szinkron mintavételezés következménye;
 - folytonos P, I és D-tagok diszkrétizálásának lehetőségei;
 - pozíció- és sebességalgoritmusok értelmezés, differenciaegyenletei és átviteli függvényei, köztük lévő különbség bemutatása;
 - Takahashi-féle szabályozó beállítási módszer alapelvei;
 - Dahlin algoritmus alkalmazása holt időt tartalmazó szabályozó körben;
 - deadbeat algoritmus alkalmazása a meghatározott mintavételezési idő alatti beállásra.